

## VR運動フォーム学習における教示者との身長差が模倣学習に与える影響に関する調査

著者	稲垣 圭介
出版者	法政大学大学院理工学研究科
雑誌名	法政大学大学院紀要．理工学・工学研究科編
巻	61
ページ	1-4
発行年	2020-03-24
URL	<a href="http://doi.org/10.15002/00022814">http://doi.org/10.15002/00022814</a>

# VR 運動フォーム学習における教示者との身長差が 模倣学習に与える影響に関する調査

## INVESTIGATION ON THE EFFECT OF HEIGHT DIFFERENCE WITH TEACHER ON IMITATION LEARNING IN VR EXERCISE FORM LEARNING

稲垣圭介

Keisuke INAGAKI

指導教員 中村壮亮

法政大学大学院理工学研究科電気電子工学専攻修士課程

Imitation learning is one of the methods to learn the exercise form. However, if the learner and the teacher have different heights, a transformation in the brain is required at the stage of observing and understanding the form, which may have an adverse effect on learning time and accuracy. In this paper, we investigated the effect of height difference on imitation learning by presenting form information of a teacher with the same height as the learner and a teacher with a different height to the learner.

**Key Words** : Virtual Reality, Imitation Learning, Motor Learning

### 1. はじめに

スポーツや工芸、舞踏など、正確な身体動作が要求される場面では、教示者から学習者に対して模倣学習による運動フォームの継承が一般的に行われている。[1][2] 模倣学習は、教示者が示範動作を実演し、それを学習者が観察して模倣するという方法であり、以下の 3 段階の繰り返しにより実現される。[3]

1. 理解段階：教師動作を観察し、自身の身体をどのように動かすかを検討する
2. 実践段階：実際に自分の身体を動かす
3. 確認段階：実際に行った動作と教師動作との違いを認識し、以後の理解の精度を高める

指導現場においては、理解段階では見本となる教示者のフォームから自身の身体の動かし方を検討し、実践確認段階ではそのフォームの再現を試み、その結果を鏡や録画物などを使って確認するといった方法が一般的である。しかし、模倣学習の課題として、このような方法であると理解段階において教示者フォームを自身の動作に変換することが困難であったり、実践確認段階との間で時間差が生じるため、自身と教示者のフォームの違いを明確に理解できない点が指摘されている。

これらの問題に対するアプローチとして、教示者視点からの教示者自身の身体の動きを学習者に提示することで自身の身体をどのように動かすかを検討する手法[4]や、教示者と学習者の身体動作を重ねてリアルタイムで提示することで確認段階を支援する手法[5]が提案されている。

これらを用いることで、短時間でかつ効率的な学習が期待されている。

しかし、我々はこれまでに見過ごされがちであった問題として教示者との身長差による影響に着目している。関節位置などの身体構造は個人ごとに異なり[6]、特に教示者のフォームを目標動作として模倣を行っている模倣学習では、学習者に対し身長差が顕著に影響を及ぼすと考えている。例えば、フェンシングやボクシングなどの剣先やこぶしの位置軌跡が重要となる競技では、それぞれの身長に対して適切なフォームがあるため、学習者は観察対象を自身の身体構造（身長、関節可動域など）に置き換える処理を脳内で行う必要がある。これが運動フォームの習得を困難にしているという仮説が導かれる。

VR を用いた運動フォーム学習支援システムの研究では、教示者と学習者の身長差を考慮したシステム設計がなされているものが少ないが、我々は、位置軌跡が重要となる動作では身長差による影響をも考慮することで、さらなる学習効果の向上が期待できると考えている。

そこで本稿では、この仮説を検証するため、位置軌跡が重要となる競技を対象とした運動フォームの模倣学習において、教示者との身長差が学習結果にどのような影響を及ぼすかの調査を行った。また、身長差による影響がある場合にどのようにしてそれを吸収する学習システムを構築するかの展望についても最後に触れた。

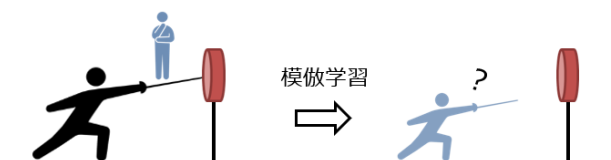


図1 身長異なる教示者を模倣後の学習者のフォーム

## 2. 身長差が模倣学習に与える影響の調査方法

### (1) 運動フォームの分類

我々はスポーツや伝統工芸などのフォームを、身長差が学習結果に影響を与えないフォームと与えるフォームの二つに分類した。ダンスや舞踊のような一定の位置に身体の一部を到達させない運動は、教示者の身長を学習者に正規化を行っても姿勢は変化しないため、両者の身長差が模倣学習に影響しないと考えられる。

一方で、フェンシング、ボクシングなどの競技用具や身体の一部を一定の目標位置に到達させる運動があるスポーツは、身長によってフォームを形成する姿勢が異なる。この場合、教示者フォームが学習者にとっての正解動作ではないため、学習者の身長に適したフォームの学習が困難であると考えられる。(図1)

本稿では実験で題材とするスポーツを、一定の目標位置に到達させる運動があるフェンシングとし、学習者が模倣するフォームは突きの動作とする。

### (2) 教示者の種類

模倣対象とする各教示者の身長を表1に示す。

身長、筋肉量、関節可動域などの体のパラメータは、個人ごとに異なり、教示者と学習者が同じパラメータである場合は極めて少ない。そのため、体のパラメータの違いによって模倣学習の過程や結果に影響を及ぼす可能性がある。例えば、筋肉量が異なる場合、学習者が教示者と同じ速度でフォームを形成することが困難であったり、身長が異なれば教示者は学習者に適したフォームの

表1 模倣対象とする各教示者の身長

教示者の種類	身長[cm]
学習者より高い身長の教示者	185
学習者と同じ身長の教示者	175
学習者より低い身長の教示者	155

提示が困難になると考えられる。

我々は、体のパラメータの違いの中でも、身長差が最も模倣学習結果に影響すると考え、本稿では、教示者の身長を3つに分類し検証を行う。

### (3) 教示者フォームの提示方法

実際の指導現場での運動フォームの教示方法は、指導者が自ら見本となるフォームを形成しそのフォームを学習者に客観的に見せる方法であり、初心者にはフォームの全体像を理解させるうえで重要な手法であると言われている。[7] また、動作学習支援の研究では、教示者の主観視点を提示する方法[4][8]、教示者フォームを学習者に重ねて提示する方法[3][5]、教示者フォームを客観的に提示する方法[9][10]などがある。

本稿では、身長差がある場合の指導現場での影響と併せて VR 運動フォーム学習支援技術の有用性を検証するため、教示者フォームを客観的に提示をすることによる動作学習方法を検討する。

## 3. 実験

### (1) 事前準備

実験に先立って、学習者に提示する教示者フォームを作成する。フォームは光学式モーションキャプチャ (OptiTrack, Flex 13) で計測した。なおサンプリング周波数 120Hz とした。フェンシングの剣は 60cm の丸棒材を代用し、VR 空間上では 100cm の剣として提示している。(図2) また、丸棒材は先端が小指球に位置するように持たせた。教示者はフェンシング未経験者であったため、フォーム作成前に突き動作のトレーニングを行った。教示者には VR 空間上に作成したターゲットの中心を突くように指示した。指定した位置からターゲットを突く動作を複数回計測し、一連の突き動作において、剣先がターゲットの中心に最も近い時のフォームを目標動作とした。

### (2) 実験手順

被験者はフェンシング未経験の4名の大学院生(身長:  $174.5 \pm 2.5$ cm)であった。

実験は教示者フォームの模倣学習と再現の段階に分けられる。まず、被験者は立位姿勢にて、教示者動作の模倣学習を行う。被験者にフォームを模倣させることを明確にするため、被験者には「教示者の姿勢に注目して模倣を行ってください」と指示をした。VR 空間上に 2.1 で作成した教示者フォームを 20 回繰り返し再生して提示した。被験者が見学を行う位置は教示者フォームが提示されて

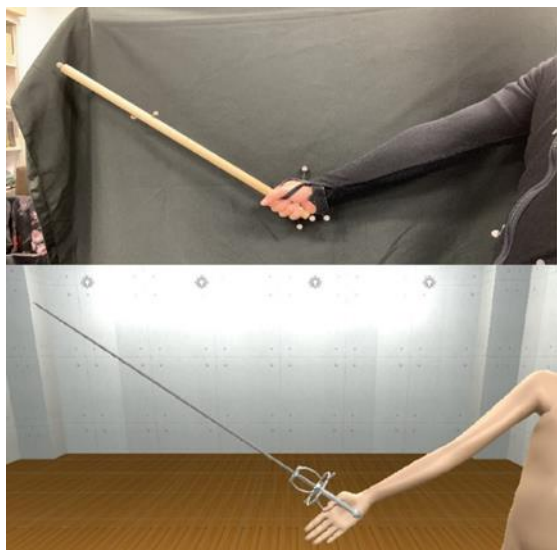


図2 丸棒材とVR空間上の剣

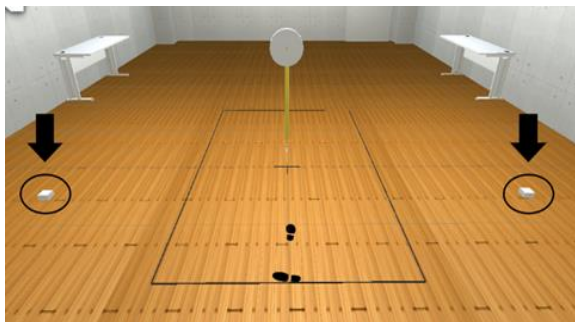


図3 見学位置

いる場所から左右二カ所の位置とした。(図3)

次に、教示者フォームの再現段階では、被験者は、ターゲットが表示されていない状態で、見学で習得した動作を10回繰り返す。丸棒材の持つ位置による結果のずれを防ぐため、教示者の丸棒材の持ち方と同じにした。上記の一連の手順で実験を各被験者につき6回行った。各身長長の教示者フォームはランダムに提示し、1日以上の日を空けて実験を行った。

### (3) 評価方法

学習結果の評価は、模倣学習後のVR空間上の剣先位置で行った。1回の突きの動作の内、ターゲットの中心を原点とした時のz軸上(図4)における剣先位置の最小値を記録した。

### (4) 実験結果・考察

模倣学習後の被験者と教示者との剣先位置の差分の平均を図5に示す。なお、図上のそれぞれのプロットは、三角が被験者よりも身長長の低い教示者、丸が被験者と同身長長の教示者、四角が被験者よりも身長長の高い教示者となっている。

全学習者に対し模倣対象の各教示者を因子とした一元配置分散分析を行い、Bonferroni法による多重比較を行った。その結果、被験者2の一部について有意差が認められなかったが、それ以外についてはp値は有意水準1%を下回っていた。このことから、教示者の種類によって模倣学習結果が異なっており、教示者と学習者の間の身長差に影響を受けていることが示唆された。

また一方で、学習者を因子とした場合と実験日を因子とした場合において、それぞれ一元配置分散分析を行ったところ、p値が有意水準5%を下回っており、個人間及び個人内における変動が確認された。これは被験者ごとの模倣能力の違いや、実験回数による影響が反映されたものだと考えられる。

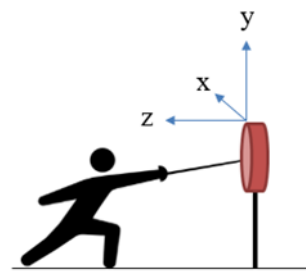


図4 VR空間上の座標系

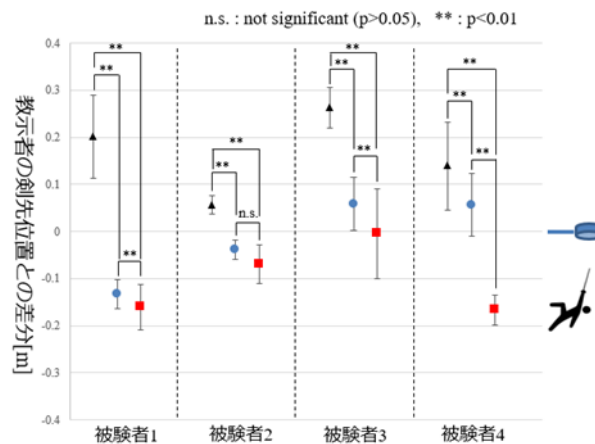


図5 被験者と教示者の剣先位置の差分平均

## 4. まとめと今後の展望

本稿では、VR運動フォーム学習において運動フォームを提示する教示者と学習者との間に身長差があった場合、模倣学習結果に影響があるかを調査した。その結果、教示者との身長差によって学習者の模倣学習結果が異なっており、影響していることが示唆された。

今後は、教示者と学習者の身体の姿勢を評価指標として追加しての検証を進めるとともに、模倣学習結果に影響を及ぼし始めた時の両者の身長差も併せて調査していく。

また、模倣学習に影響する身長差を吸収するために、身体図式更新技術[11]を教示者に用いることにより、教示者の身体図式を学習者のものに更新することで、学習者に適したフォームの生成が可能となるシステムの実現を目指している。

### 謝辞

本研究テーマに取り組むにあたり、指導教員である中村壮亮先生には研究テーマの立ち上げの段階から成果として収めるまで、お忙しい中何度も議論や面談の場を設けていただきました。研究の発展のために支えてくれたばかりか、研究を通して論理的思考法や心構え等多くのことを学ばせていただきました。心より御礼申し上げます。

また、教務助手の望月典樹氏には、研究のサポートや指導を賜り、大変感謝しております。

同研究室の皆様にも、快適な研究環境を提供していただきました。心より感謝申し上げます。

### 参考文献

- 1) 岸野雄三: 示範とはなにか-視聴覚教育との関連において-; 体育の化学 20, pp. 209-211, (1970)
- 2) 松田岩男: 運動技能の指導と言語教示や示範; 体育の化学 29, pp. 444-446, (1979)
- 3) 倉本到, 稲垣喜一, 渋谷雄, 辻野嘉宏: 仮想鏡: 学習者と教示者の動作の違いを明確にする動作学習支援システム; 情報処理学会, pp.1-6, (2009)
- 4) 西野友泰, 曾我真人, 瀧寛和: 熟練者と学習者の視点を統合するスキル動作提示手法の提案; 情報処理学会シンポジウム, (2011)
- 5) Ungyeon Yang, Gerard Jounghyun Kim: Implementation and Evaluation of “Just Follow Me”: An Immersive, VR-Based, Motion-Training System; Presence, vol. 11, no.3, pp.304-323, (2002)
- 6) 佐藤貴子, 坂本和則, 有澤博: 筋骨格レベルの人体記述に基づく動作評価・シミュレーションシステムの構築; 情報処理学会論文誌, Vol.46, No.3, (2005)
- 7) 松田岩男編: 運動心理学入門; 大修館書店, pp.145-146, (1976)
- 8) 早川和輝, 長谷川大, 佐久田博司: 主観視点の 3D 手本動作教材提示によるドラム演奏学習支援および熟練者視線情報を利用した教材による学習効果; 知能と情報, Vol.28, No.1, pp.511-521, (2016)
- 9) 本荘直樹, 伊坂忠夫, 満田隆, 川村貞夫: HMD を用いたスポーツスキルの学習方法の提案; 日本バーチャルリアリティ学会論文誌, Vol.10, No.1, (2005)
- 10) A.Okamoto, S.Sakurai, Y.Ikegami, T.Yasuda, S.Yokoi: Motor Learning Model using VRML for Golf Swing Practice; Proceedings of ED-MEDIA 2004. World Conference on Educational Multimedia, pp2164-2169, (2004)
- 11) S. Nakamura, N. Mochizuki, T. Konno, J. Yoda, H. Hashimoto: Research on Updating of Body Schema using AR Limb and Measurement of the Updated Value; IEEE Systems Journal, Vol. 10, No. 3, pp. 903-911, (2016)